

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI

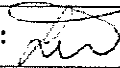
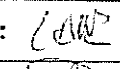
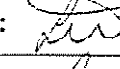

Struttura Semplice Siti Nucleari

MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

SITO NUCLEARE DI TRINO (VC)

Rapporto anno 2010

Relazione tecnica n. 12/SS21.02/2011

Redazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 02-11-2011	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Verifica	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	Data: 02.11.2011	Firma: 
	Nome: Luca Albertone		
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 02-11-2011	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	Data: 2/11/2011	Firma: 
	Nome: Giovanni d'Amore		



SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' CERTIFICATO
 UNI EN ISO 9001:2008

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail sitiinucleari@arpa.piemonte.it

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
3. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO	3
4. IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE	4
5. STRATEGIE DI CONTROLLO	4
6. METODOLOGIA DI MISURA	5
7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
8. LA RETE DI MONITORAGGIO	7
9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE	10
Acqua potabile di rete	10
Acqua di falda superficiale	10
Suolo imperturbato – strato superficiale	11
Erba	12
Suoli coltivati e relative coltivazioni	12
Latte bovino crudo	13
Ortaggi	14
Sedimenti fluviali	14
Particolato atmosferico	15
Fallout	17
10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	18
11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	19
12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE	20

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

1. PREMESSA

Questa relazione viene redatta, conformemente a quanto previsto dalla procedura tecnica interna U.RP.T057, a

conclusione del monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Trino (VC) condotto nell'anno 2010.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e s.m.i. E' inoltre opportuno citare il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque

destinate al consumo umano" che, pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

3. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO

Nel corso del 2010 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", oltre alle attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto, sono state svolte alcune importanti attività propedeutiche al decommissioning per il quale si è in attesa della conclusione dell'iter autorizzativo. Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 47 elementi di combustibile nucleare irraggiato per il quale è previsto l'invio all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento.

Il termine delle operazioni di trasporto, previsto inizialmente per fine 2012, sarà dilazionato nel tempo a causa dei ritardi intervenuti sui trasporti dal Deposito Avogadro di Saluggia (VC). Nel corso dell'anno 2010 sono stati effettuati n. 5 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po (si veda il punto 10 della presente relazione).



Centrale "E. Fermi" di Trino (VC)

Tipologia: impianto elettronucleare di potenza.
Reattore: ad acqua leggera in pressione (PWR).
Potenza termica: 870 MW.
Periodo di servizio commerciale: dal 1965 al 1987.
Stato attuale dell'impianto: fermo.
Decommissioning: è stata presentata l'istanza ai sensi del D. Lgs. 230/95; nel dicembre 2008 è stato emanato il Decreto VIA.
Prospettive: autorizzazione al decommissioning.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

4.IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

Il monitoraggio radiologico ambientale è uno strumento che consente di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'ambiente e conseguentemente di stimare l'*equivalente di dose* alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Le misure di concentrazione effettuate sulle varie matrici campionate vengono pertanto utilizzate per calcolare la *dose* agli individui dei *gruppi di riferimento della popolazione*, tenendo conto delle abitudini alimentari e di vita.

In via generale si può distinguere tra due diverse tipologie: il monitoraggio ordinario ed il monitoraggio straordinario.

➤ **Il monitoraggio ordinario**

Viene effettuato con il fine di segnalare tempestivamente l'insorgere di situazioni anomale e di fenomeni di accumulo di particolari radionuclidi rilasciati nell'ambiente in modo autorizzato. Un monitoraggio, per essere uno strumento efficace, deve essere pianificato sulla base delle indicazioni che emergono da uno studio preliminare. Questo studio, partendo, per ogni sito, dalle

informazioni sulle modalità e sulla quantità di effluenti radioattivi scaricati, consente di individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le *vie critiche* ed i *gruppi di riferimento della popolazione*. Vengono così scelte le *matrici ambientali ed alimentari* da campionare, i *punti di prelievo* significativi e la *frequenza di campionamento*.

Sulla scorta di queste considerazioni, Arpa Piemonte ha perfezionato il piano di monitoraggio del sito di Trino (VC) ed effettua con continuità i controlli.

➤ **Il monitoraggio straordinario**

Viene effettuato in occasione di particolari attività o dopo il verificarsi di una situazione anomala, incidentale o di calamità naturale che interessi un sito nucleare. In questo caso il monitoraggio viene pianificato in funzione dell'accaduto e non ha più una funzione strettamente preventiva ma è mirato alla verifica delle eventuali conseguenze indotte sull'ambiente dall'evento in questione.

Presso il sito di Trino (VC) nel corso del 2010 non sono state eseguite campagne di monitoraggio straordinario.

5.STRATEGIE DI CONTROLLO

Sono state applicate le strategie di controllo riportate nelle relazioni precedenti ed ampiamente descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* disponibile sul sito www.arpa.piemonte.it

Di seguito, per comodità di consultazione, vengono brevemente riassunte.

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) pone dei valori limite sulla grandezza fisica *dose efficace E*, data dalla somma delle dosi efficaci ricevute per esposizione esterna e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito dell'introduzione di radionuclidi verificatesi nel periodo di riferimento. Il limite di *dose efficace E* per gli individui della popolazione è stabilito

in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10 µSv per anno solare il *limite per la non rilevanza radiologica*: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di contaminazione, dal momento che si tratta di grandezze fisiche di natura diversa. Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei *valori soglia* (di seguito indicati con *R*), livelli di riferimento per le concentrazioni nelle varie matrici.

Inoltre si è tenuto conto dei *valori di screening* (di seguito indicati con *S*) fissati

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

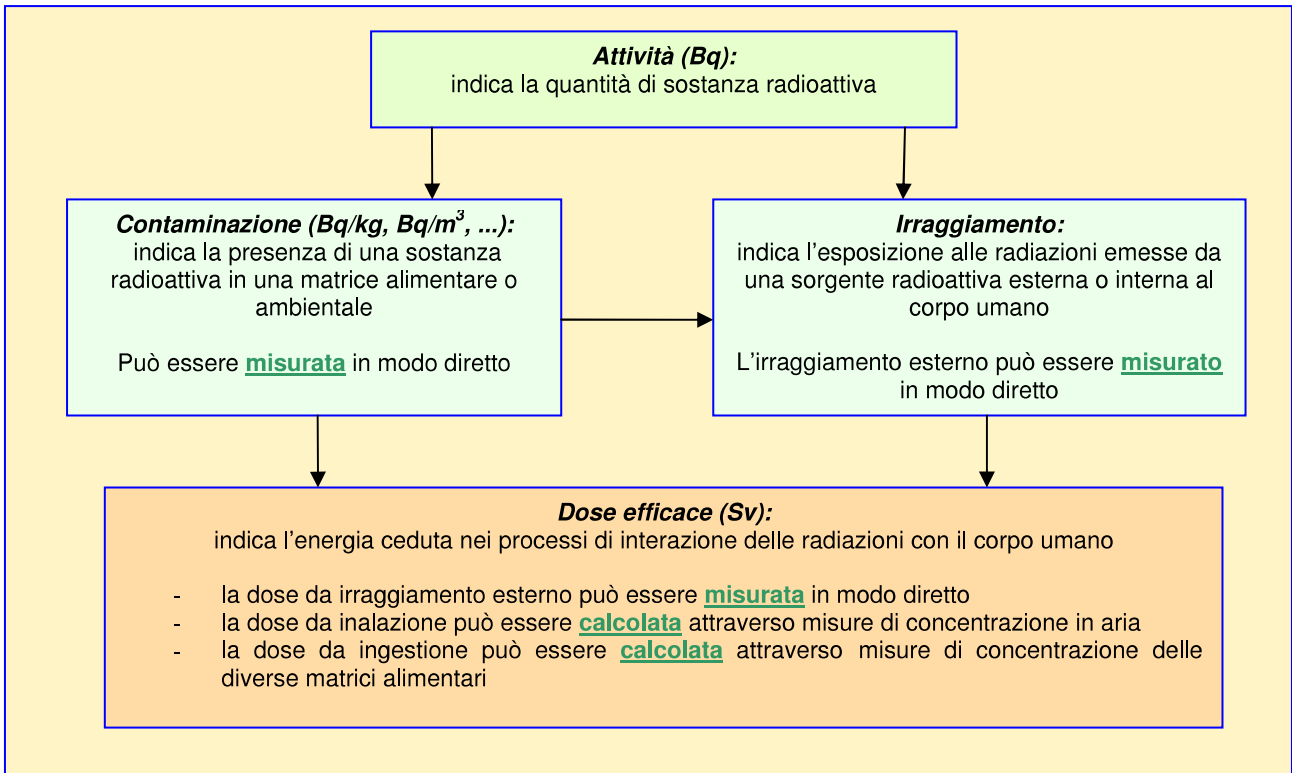
Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinuclari@arpa.piemonte.it

per alcune grandezze a livello internazionale e/o comunitario (attività alfa e beta totale nelle acque potabili e nel particolato atmosferico). I *valori di screening* costituiscono dei valori di attenzione che suggeriscono di intraprendere azioni

finalizzate ad un approfondimento della situazione.

Tralasciando in questa sede il dettaglio dei calcoli necessari per la determinazione dei *valori soglia* li riporteremo di volta in volta in calce ai risultati analitici per consentire un immediato confronto.



6. METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte riportati in Allegato 1 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura degli impianti oggetto del monitoraggio. Sullo stesso campione possono essere eseguite più determinazioni, applicando metodi diversi in funzione dei nuclidi di interesse. Tra questi:

- la *spettrometria gamma* permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emittenti presenti nella matrice

considerata, sia artificiali che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;

- la determinazione delle attività *alfa totale* e *beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emittenti e beta emittenti presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

strumento per un confronto diretto con i valori di screening fissati per la contaminazione del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;

- i metodi radiochimici prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio) e beta emittenti (Stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa. Si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala;
- la determinazione di Tritio prevede la distillazione del campione e viene eseguita

sui campioni di acqua destinata al consumo umano e di falda.

Nel grafico di figura 6.1 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2010 nell'ambito della rete di monitoraggio radiologico ambientale ordinario del sito nucleare di Trino.

Nel grafico di figura 6.2 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.

Figura 6.1 Campioni analizzati nell'anno 2010.

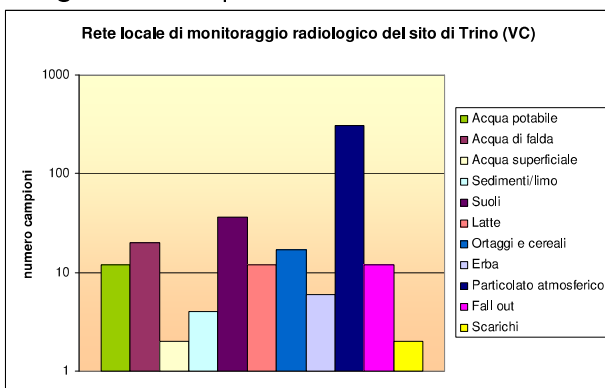
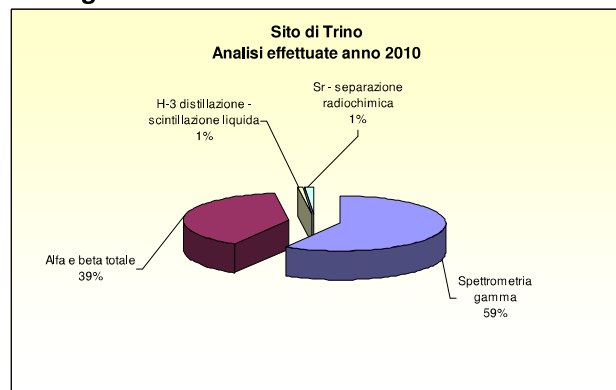


Figura 6.2 Analisi effettuate nell'anno 2010.



I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa, al volume o alla superficie della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l, Bq/m³ e Bq/m² rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dal *Limite di Rivelabilità*, una grandezza che rappresenta la minima quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo

radionuclide verrà comunque considerato il *Limite di Rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire dei *Limiti di Rivelabilità* sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai *valori di screening*.

In tabella 6.1 sono riportati gli ordini di grandezza delle sensibilità di misura (*Limite di Rivelabilità*).

Tabella 6.1 Sensibilità di misura, espresse in termini dei *Limiti di Rivelabilità* (ordini di grandezza).

Parametro	Cs-137 Bq/kg	Cs-137 acqua Bq/l	Sr-90 acqua Bq/l	H-3 acqua Bq/l	α-tot acqua Bq/l	β-tot acqua Bq/l	α-tot aria Bq/m ³	β-tot aria Bq/m ³
Limite di Rivelabilità	0,5	0,005	0,005	4	0,1	0,2	0,00008	0,0002

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

7.STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle misure radiometriche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o di tipo n e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision - versione 6";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414.



Catene spettrometriche gamma con rivelatori al Germanio

8.LA RETE DI MONITORAGGIO

Nell'anno 2010 la rete di monitoraggio del sito di Trino è rimasta invariata poiché non sono intervenuti cambiamenti sostanziali dello scenario globale.

La rete è stata a suo tempo predisposta con apposito studio radioecologico che ha permesso di individuare le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali, la frequenza minima di campionamento, le determinazioni analitiche

da effettuare ed i valori di riferimento da adottare (paragrafo 5).

Tutti i prelievi sono effettuati secondo precise modalità di campionamento – definite in una procedura interna – in modo da garantire la significatività e la riproducibilità dei dati misurati.

Di seguito sono riportate la cartina (fig. 8.1) con la dislocazione dei punti di prelievo dei campioni della rete di monitoraggio e la tabella 8.1 con il piano di monitoraggio.

ARPA Piemonte

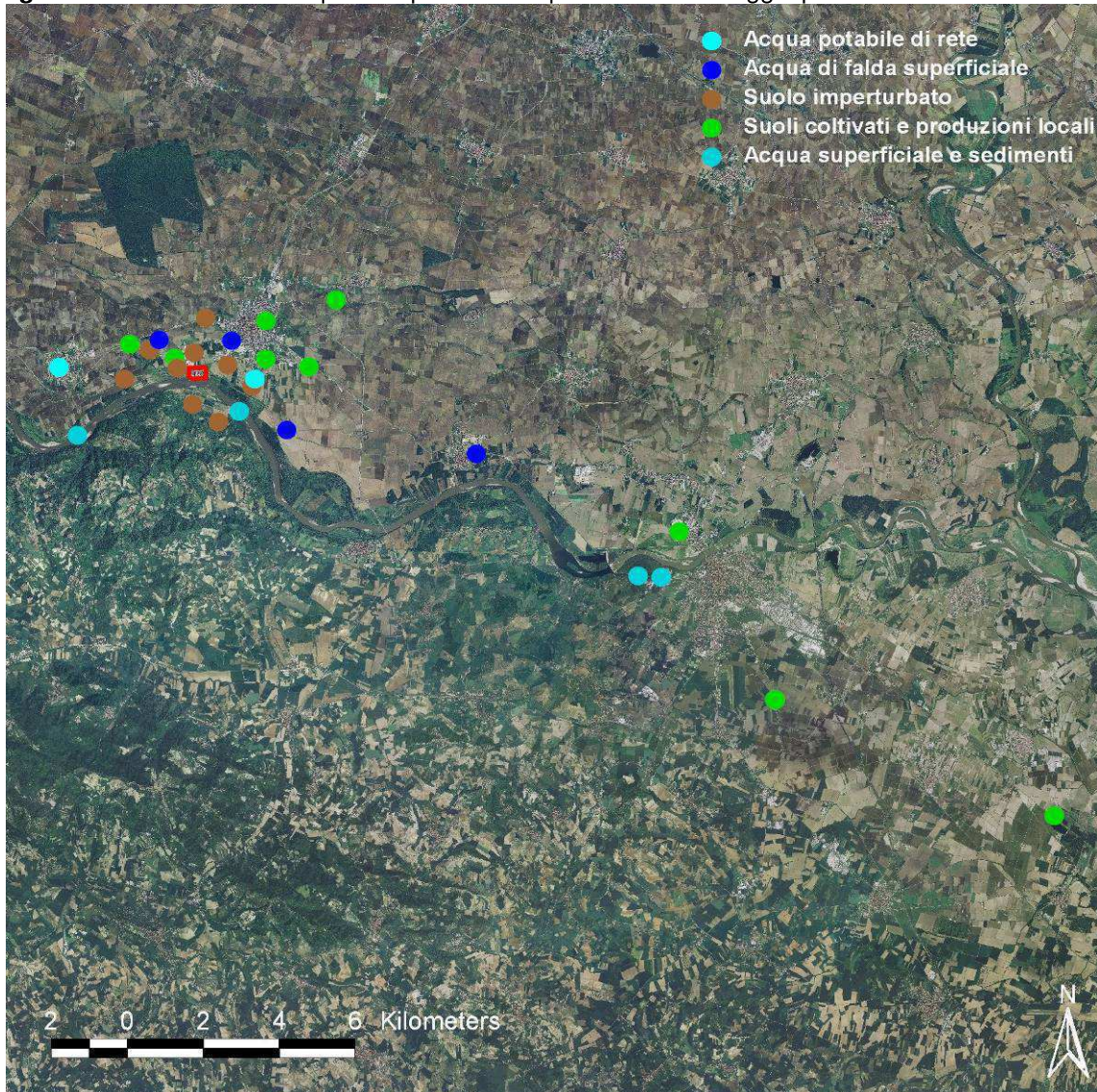
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Figura 8.1 Distribuzione dei punti di prelievo del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg Bq/m ³	R _{non rilevanza j} Bq/kg Bq/m ³	R _i Bq/kg Bq/m ³
Acqua potabile	TQ01, TQ02	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
			Pu-238		0,017	0,17
Acqua di falda superficiale	TP01, TP02, TP03, TO01	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
			Pu-238		0,017	0,17
Cereali	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Cs-137		5,5	550
			Co-60		4,4	420
Latte	TC01, TC02, TC03	trimestrale	Cs-137		4	400
			Co-60		1,5	150
			Sr-90		0,36	36
Sedimenti fluviali	TF01, TF02, TF03, TF04	semestrale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Ortaggi	TO01, TO02	trimestrale	Cs-137		13	1300
			Co-60		9,3	930
Erba	TS09	semestrale	Cs-137			
			Co-60			
Suolo imperturbato	TS01, TS02, TS03, TS04, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09	semestrale	Cs-137		10000	1000000
			Co-60		2300	230000
			Cs-137		10000	1000000
Suolo coltivato	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Co-60		2300	230000
			Am-241		850000	85000000
			Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
Particolato atmosferico	VA01	continua	α totale ritardata	0,0005		
			β totale ritardata	0,005		
			Cs-137		0,3	30
			Co-60		0,13	13
			I-131		0,073	7,3

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE

Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (punto TQ01) e da quello di Palazzolo Vercellese (punto TQ02) non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

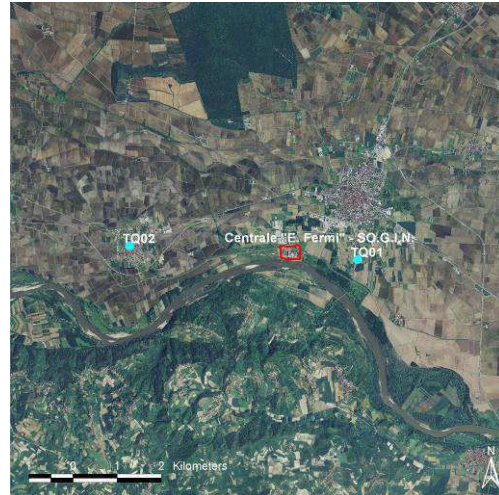


Tabella 9.1 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile di rete.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
10/001585	TQ01	18/01/2010	< 0,187	< 0,201	< 0,00404	< 0,00351	< 0,00348	< 0,00497 10/055163*	< 4,14 10/055163*
10/018460	TQ01	10/05/2010	< 0,153	< 0,233	< 0,00516	< 0,00339	< 0,00169		
10/030226	TQ01	08/07/2010	< 0,321	< 0,194	< 0,00777	< 0,00357	< 0,00384		
10/047141	TQ01	07/10/2010	0,135 ± 0,083	< 0,191	< 0,00557	< 0,00548	< 0,00291		
10/001583	TQ02	18/01/2010	< 0,112	< 0,249	< 0,00487	< 0,00333	< 0,00388	< 0,00489 10/055164*	< 4,10 10/055164*
10/018454	TQ02	10/05/2010	0,062 ± 0,059	< 0,242	< 0,00488	< 0,00340	< 0,00366		
10/030225	TQ02	08/07/2010	< 0,115	< 0,185	< 0,00370	< 0,00264	< 0,00421		
10/047139	TQ02	07/10/2010	0,077 ± 0,065	0,181 ± 0,116	< 0,00704	< 0,0041	< 0,00250		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata dai pozzi privati nei punti TP01, TP02, TP03 e TO01 non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale misurate in alcuni campioni sono attribuibili a radionuclidi di origine naturale, come evidenziato anche dalle misure di spettrometria gamma.

I risultati ottenuti si sono comunque sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

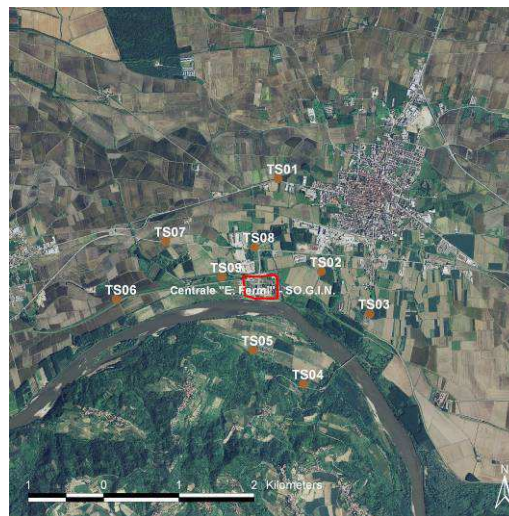
Tabella 9.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TO01	10/010976	18/03/2010	< 0,102	< 0,214	< 0,00445	< 0,00398	< 0,00298	< 0,00425 10/055161*	< 4,06 10/055161*
	10/025983	22/06/2010	< 0,136	< 0,217	< 0,00542	< 0,00512	< 0,00404		
	10/043945	21/09/2010	< 0,193	0,128 ± 0,097	< 0,00566	< 0,00391	< 0,00412		
	10/050767	28/10/2010	0,065 ± 0,063	< 0,174	< 0,00485	< 0,00547	< 0,00351		
TP01	10/010973	18/03/2010	0,069 ± 0,051	0,168 ± 0,111	< 0,0044	< 0,00332	< 0,00392	< 0,00601 10/055166*	< 4,15 10/055166*
	10/024245	09/06/2010	0,110 ± 0,076	0,311 ± 0,161	< 0,00558	< 0,00303	< 0,00293		
	10/041639	09/09/2010	< 0,165	0,108 ± 0,095	< 0,00132	< 0,00258	< 0,00460		
TP02	10/010971	18/03/2010	< 0,115	< 0,279	< 0,00352	< 0,00344	< 0,00346	< 0,00437 10/055167*	< 4,10 10/055167*
	10/024242	09/06/2010	0,102 ± 0,079	0,229 ± 0,130	< 0,00747	< 0,00313	< 0,00132		
	10/043940	21/09/2010	< 0,561	< 0,283	< 0,00423	< 0,00423	< 0,00333		
TP03	10/052849	11/11/2010	0,071 ± 0,062	0,225 ± 0,109	< 0,00372	< 0,00429	< 0,00249	< 0,00498 10/055168*	< 4,18 10/055168*
	10/010975	18/03/2010	0,057 ± 0,046	0,094 ± 0,090	< 0,00600	< 0,00559	< 0,00272		
	10/024243	09/06/2010	< 0,148	< 0,197	< 0,00487	< 0,00461	< 0,00334		
	10/041638	09/09/2010	< 0,251	< 0,202	< 0,00769	< 0,00183	< 0,00163		
	10/052847	11/11/2010	< 0,158	0,112 ± 0,106	< 0,00640	< 0,00359	< 0,00585		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

Suolo imperturbato – strato superficiale

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli prelevati all'esterno del sito è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Tabella 9.3 Risultati delle misure sui campioni di suolo imperturbato – strato superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TS01	10/014934	19/04/2010	< 0,95	< 0,207	< 0,354	4,77 ± 0,75
	10/049206	19/10/2010	< 2,36	< 0,575	< 0,278	14,5 ± 1,7
TS02	10/012826	06/04/2010	< 2,31	< 0,558	< 0,480	22,6 ± 2,6
	10/049196	19/10/2010	< 3,47	< 0,930	< 0,553	13,2 ± 1,5
TS03	10/014940	19/04/2010	< 1,84	< 0,587	< 0,219	19,4 ± 2,2
	10/047143	07/10/2010	< 2,80	< 0,616	< 0,584	14,5 ± 1,7
TS04	10/014937	19/04/2010	< 1,76	< 0,552	< 0,469	105 ± 11
	10/049187	19/10/2010	< 2,51	< 0,233	< 0,387	148 ± 16
TS05	10/014938	19/04/2010	< 1,53	< 0,520	< 0,307	20,4 ± 2,5
	10/049194	19/10/2010	< 3,16	< 0,713	< 0,349	19,8 ± 2,2
TS06	10/012816	06/04/2010	< 1,84	< 0,347	< 0,418	28,9 ± 3,2
	10/049205	19/10/2010	< 2,12	< 0,832	< 0,418	16,5 ± 0,5
TS07	10/012817	06/04/2010	< 1,72	< 0,521	< 0,377	35,7 ± 3,8
	10/049204	19/10/2010	< 2,20	< 0,732	< 0,278	24,1 ± 2,8
TS08	10/012822	06/04/2010	< 1,64	< 0,420	< 0,297	21,3 ± 2,4
	10/049198	19/10/2010	< 1,96	< 0,754	< 0,404	33,7 ± 3,9
TS09	10/012819	06/04/2010	< 1,55	< 0,603	< 0,528	11,1 ± 1,3
	10/049202	19/10/2010	< 2,97	< 0,805	< 0,292	12,8 ± 1,5
R non rilevanza			850000	2300	3900	10000

Erba

Nell'erba prelevata nel punto TS09, nei pressi della Centrale, non è mai stata riscontrata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

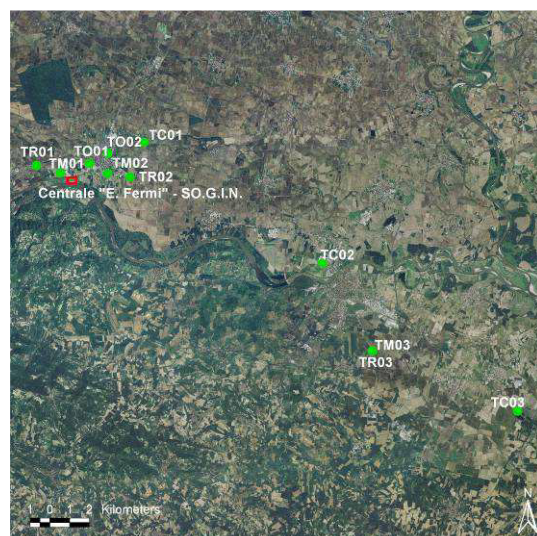
Non sono riportati i *valori soglia* poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

Tabella 9.4 Risultati delle misure sui campioni di erba.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TS09	10/012818	06/04/2010	< 3,52	< 3,74	< 4,58	< 16,3
	10/049200	19/10/2010	< 4,69	< 3,84	< 7,14	< 6,02

Suoli coltivati e relative coltivazioni

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati a riso (punti TR01, TR02, TR03) e a mais (punti TM01, TM02, TM03) è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. I valori osservati risultano pressoché costanti nel tempo a causa del rimescolamento degli strati di suolo dovuto all'aratura. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Tabella 9.5 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	10/043761	20/09/2010	< 1,95	< 0,275	< 0,144	9,73 ± 1,13
TM02	10/043938	21/09/2010	< 3,42	< 0,245	< 0,534	16,3 ± 1,9
TM03	10/042508	15/09/2010	< 5,09	< 1,200	< 0,942	1,10 ± 0,62
TR01	10/043752	20/09/2010	< 1,07	< 0,296	< 0,268	21,9 ± 2,5
TR02	10/043932	21/09/2010	< 1,41	< 0,616	< 0,539	16,3 ± 2,0
TR03	10/042501	15/09/2010	< 3,49	< 0,552	< 0,494	17,6 ± 2,1
R non rilevanza			240	440	380	550

Nel riso e nel mais coltivati nei terreni sopra riportati non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali.

I valori dei *Limiti di Rivelabilità* sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.6 Risultati delle misure sui campioni di mais e riso coltivati nei suoli di cui alla tabella 9.5.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	10/043764	20/09/2010	< 0,219	< 0,145	< 0,146
TM02	10/043936	21/09/2010	< 0,358	< 0,241	< 0,314
TM03	10/042507	15/09/2010	< 0,360	< 0,118	< 0,136
TR01	10/043754	20/09/2010	< 0,363	< 0,298	< 0,196
TR02	10/043935	21/09/2010	< 0,195	< 0,359	< 0,622
TR03	10/042505	15/09/2010	< 0,257	< 0,263	< 0,304
R non rilevanza			4,1	3,8	5,5

Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine TC01, TC02 e TC03 non è presente contaminazione da radionuclidi artificiali.

I dati osservati sono sempre al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.7 Risultati delle misure sui campioni di latte bovino crudo di produzione locale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l
TC01	10/003897	03/02/2010	< 0,207	< 0,086	< 0,070	< 0,0133 11/003357*
	10/023974	08/06/2010	< 0,161	< 0,080	< 0,155	
	10/042509	15/09/2010	< 0,181	< 0,141	< 0,107	
	10/052210	09/11/2010	< 0,313	< 0,192	< 0,136	
TC02	10/003893	03/02/2010	< 0,174	< 0,108	< 0,112	< 0,0126 11/003359*
	10/023972	08/06/2010	< 0,374	< 0,189	< 0,274	
	10/042493	10/09/2010	< 0,193	< 0,128	< 0,921	
	10/052206	09/11/2010	< 0,123	< 0,110	< 0,052	
TC03	10/003895	03/02/2010	< 0,197	< 0,133	< 0,078	< 0,0135 11/003360*
	10/021174	26/05/2010	< 0,049	< 0,154	< 0,122	
	10/042497	13/09/2010	< 0,372	< 0,288	< 0,292	
	10/052209	09/11/2010	< 0,344	< 0,183	< 0,300	
R non rilevanza			1,5	3,2	4	0,36

* Numero del campione composito annuale

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Ortaggi

Negli ortaggi (insalata, cavoli, coste) prelevati presso gli orti TO1 e TO2 di Trino non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da

radionuclidi artificiali. I valori dei *Limiti di Rivelabilità* sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.8 Risultati delle misure sui campioni di ortaggi (insalata, cavoli, coste).

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TO01	10/019126	13/05/2010	< 0,256	< 0,176	< 0,342
	10/019127	13/05/2010	< 0,285	< 0,193	< 0,339
	10/050769	28/10/2010	< 0,243	< 0,158	< 0,189
	10/050774	28/10/2010	< 0,225	< 0,195	< 0,349
TO02	10/019128	13/05/2010	< 0,275	< 0,156	< 0,158
	10/019129	13/05/2010	< 0,206	< 0,104	< 0,164
	10/050765	28/10/2010	< 0,283	< 0,231	< 0,129
	10/050766	28/10/2010	< 0,154	< 0,174	< 0,282
<i>R non rilevanza</i>			9,3	8,8	13

Sedimenti fluviali

Nei sedimenti fluviali del fiume Po prelevati a monte (TF01) e a valle (TF03) dell'impianto è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione (per tutto il 2010 i punti TF02 e TF04 sono risultati inaccessibili). Non si evidenziano situazioni di accumulo in correlazione agli scarichi di effluenti radioattivi liquidi da parte dell'impianto.

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non è riportato il *valore soglia* per I-131 – di provenienza ospedaliera – poiché per questa matrice è considerato solo come indicatore qualitativo).



Tabella 9.9 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti del fiume Po.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TF01	10/008804	02/03/2010	< 1,57	< 0,544	< 0,442	4,54 ± 0,69	0,743 ± 0,264
	10/047140	07/10/2010	< 3,22	< 0,287	< 0,417	3,63 ± 0,55	< 1,470
TF03	10/028553	01/07/2010	< 2,28	< 0,512	< 0,368	28,9 ± 3,3	< 0,617
	10/049443	20/10/2010	< 2,70	< 0,153	< 0,328	1,37 ± 0,29	< 0,909
<i>R non rilevanza</i>			240	440	380	550	

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Particolato atmosferico

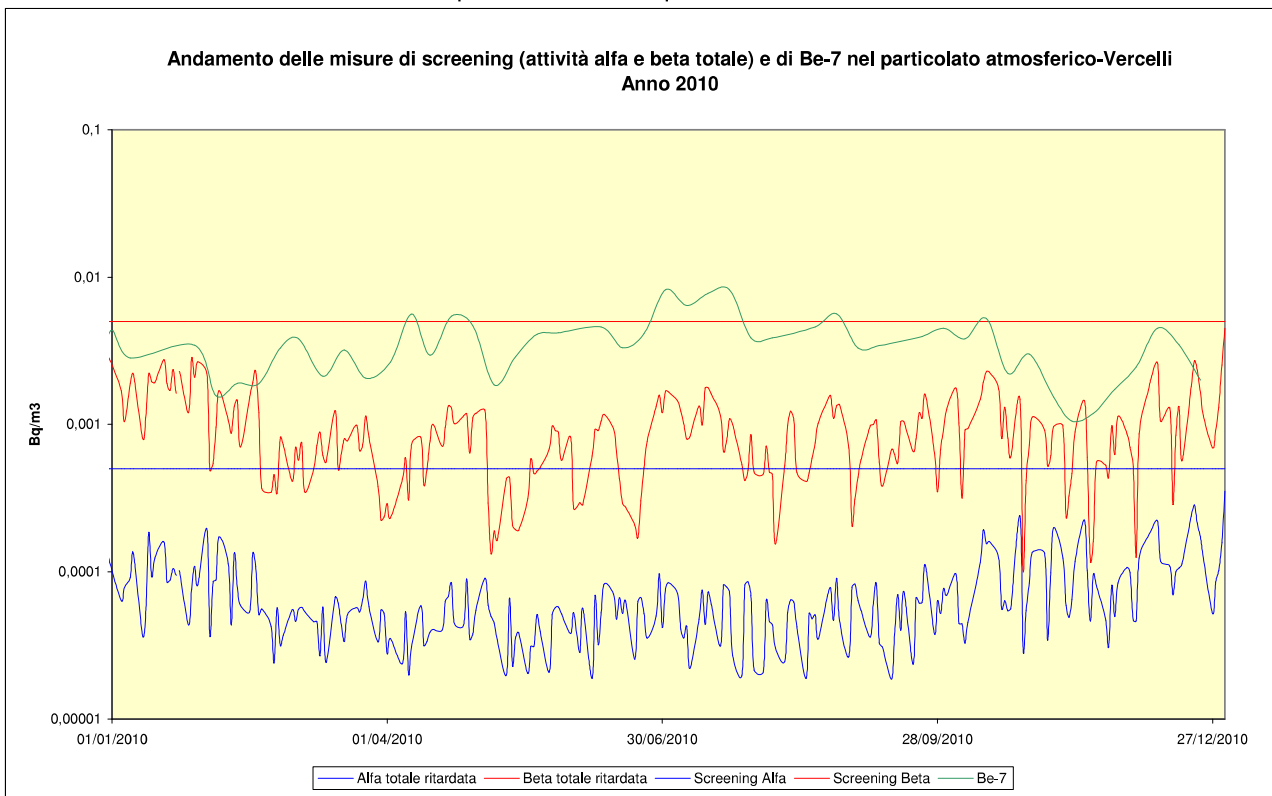
Nel particolato atmosferico prelevato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di nuclidi di origine naturale a vita non breve. Non è mai stato riscontrato il superamento né dei valori di *screening* per l'attività beta totale

né dei valori soglia per la non rilevanza radiologica (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

In tabella 9.10 sono riportati i risultati delle misure sui campioni compositi settimanali, mentre nella figura 9.1 è riportato l'andamento delle misure di *screening* (attività alfa totale e beta totale).

Figura 9.1 Andamento delle misure di screening e di Be-7 sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Tabella 9.10 Risultati delle misure sui campioni composti settimanali di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ³	I-131 Bq/m ³	Be-7 Bq/m ³
VA01	10/000130	04/01/2010	11/01/2010	< 0,0000874	< 0,000207	0,00283 ± 0,00061
	10/003217	25/01/2010	01/02/2010	< 0,0000645	< 0,000539	0,00345 ± 0,00091
	10/004264	01/02/2010	08/02/2010	< 0,0000293	< 0,000477	0,00156 ± 0,00053
	10/004890	08/02/2010	15/02/2010	< 0,0000717	< 0,000213	0,00190 ± 0,00061
	10/006518	15/02/2010	22/02/2010	< 0,0000942	< 0,000396	0,00189 ± 0,00049
	10/007599	22/02/2010	01/03/2010	< 0,0001720	< 0,000285	0,00331 ± 0,00101
	10/009392	01/03/2010	08/03/2010	< 0,0000689	< 0,000351	0,00382 ± 0,00075
	10/010078	08/03/2010	15/03/2010	< 0,0000995	< 0,000224	0,00212 ± 0,00053
	10/011050	15/03/2010	22/03/2010	< 0,0000711	< 0,000354	0,00320 ± 0,00066
	10/012296	22/03/2010	29/03/2010	< 0,0000679	< 0,000247	0,00206 ± 0,00066
	10/012718	29/03/2010	06/04/2010	< 0,0001200	< 0,000550	0,00264 ± 0,00065
	10/013518	06/04/2010	12/04/2010	< 0,0000644	< 0,000520	0,00561 ± 0,00101
	10/014666	12/04/2010	19/04/2010	< 0,0000721	< 0,000274	0,00295 ± 0,00054
	10/015898	19/04/2010	26/04/2010	< 0,0001010	< 0,000394	0,00543 ± 0,00830
	10/016814	26/04/2010	03/05/2010	< 0,0000980	< 0,000321	0,00469 ± 0,00078
	10/018336	03/05/2010	10/05/2010	< 0,0000454	< 0,000388	0,00186 ± 0,00060
	10/019227	10/05/2010	17/05/2010	< 0,0000773	< 0,000231	0,00288 ± 0,00055
	10/020518	17/05/2010	24/05/2010	< 0,0000948	< 0,000916	0,00409 ± 0,00085
	10/021411	24/05/2010	31/05/2010	< 0,0000435	< 0,000336	0,00419 ± 0,00094
	10/023056	31/05/2010	07/06/2010	< 0,0000506	< 0,000334	0,00309 ± 0,00056
	10/024762	07/06/2010	14/06/2010	< 0,0001180	< 0,000405	0,00458 ± 0,00093
	10/025646	14/06/2010	21/06/2010	< 0,0001370	< 0,000485	0,00332 ± 0,00080
	10/027815	21/06/2010	28/06/2010	< 0,0000810	< 0,000713	0,00413 ± 0,00090
	10/028625	28/06/2010	05/07/2010	< 0,0001840	< 0,000802	0,00819 ± 0,00154
	10/030413	05/07/2010	12/07/2010	< 0,0000691	< 0,000456	0,00641 ± 0,00116
	10/031465	12/07/2010	19/07/2010	< 0,0002180	< 0,000340	0,00776 ± 0,00153
	10/033731	19/07/2010	26/07/2010	< 0,0001380	< 0,000547	0,00821 ± 0,00192
	10/035293	26/07/2010	02/08/2010	< 0,0000387	< 0,000359	0,00388 ± 0,00088
	10/036799	02/08/2010	09/08/2010	< 0,0000285	< 0,000174	0,00386 ± 0,00078
	10/037909	09/08/2010	16/08/2010	< 0,0001450	< 0,000229	0,00445 ± 0,00076
	10/038514	16/08/2010	23/08/2010	< 0,0001290	< 0,000340	0,00459 ± 0,00068
	10/039762	23/08/2010	30/08/2010	< 0,0001420	< 0,000792	0,00563 ± 0,00154
	10/040931	30/08/2010	06/09/2010	< 0,0000844	< 0,000654	0,00331 ± 0,00081
	10/041732	06/09/2010	13/09/2010	< 0,0000806	< 0,000138	0,00343 ± 0,00059
	10/043040	13/09/2010	20/09/2010	< 0,0001440	< 0,000392	0,00366 ± 0,00123
	10/044546	20/09/2010	27/09/2010	< 0,0000398	< 0,000968	0,00396 ± 0,00087
	10/045802	27/09/2010	04/10/2010	< 0,0000763	< 0,001060	0,00449 ± 0,00071
	10/047304	04/10/2010	11/10/2010	< 0,0000366	< 0,001010	0,00381 ± 0,00086
	10/048635	11/10/2010	18/10/2010	< 0,0000841	< 0,000733	0,00524 ± 0,00079
	10/049722	18/10/2010	25/10/2010	< 0,0001030	< 0,000470	0,00222 ± 0,00061
10/050890	25/10/2010	02/11/2010	< 0,0000788	< 0,010900	0,00300 ± 0,00085	
10/051811	02/11/2010	08/11/2010	< 0,0000894	< 0,003570	< 0,00153	
10/053169	08/11/2010	15/11/2010	< 0,0001120	< 0,003340	< 0,00105	
10/056075	15/11/2010	22/11/2010	< 0,0000754	< 0,000208	0,00119 ± 0,00054	
10/058370	22/11/2010	29/11/2010	< 0,0001340	< 0,000137	0,00173 ± 0,00075	
10/059359	29/11/2010	06/12/2010	< 0,0000844	< 0,001160	0,00246 ± 0,00061	
10/059731	06/12/2010	13/12/2010	< 0,0000425	< 0,000594	0,00450 ± 0,00093	
10/061655	13/12/2010	20/12/2010	< 0,0001240	< 0,001410	0,00346 ± 0,00116	
10/063160	20/12/2010	27/12/2010	< 0,0000405	< 0,000886	0,00200 ± 0,00066	
R_{non} rilevanza				0,3	0,073	-

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Fallout

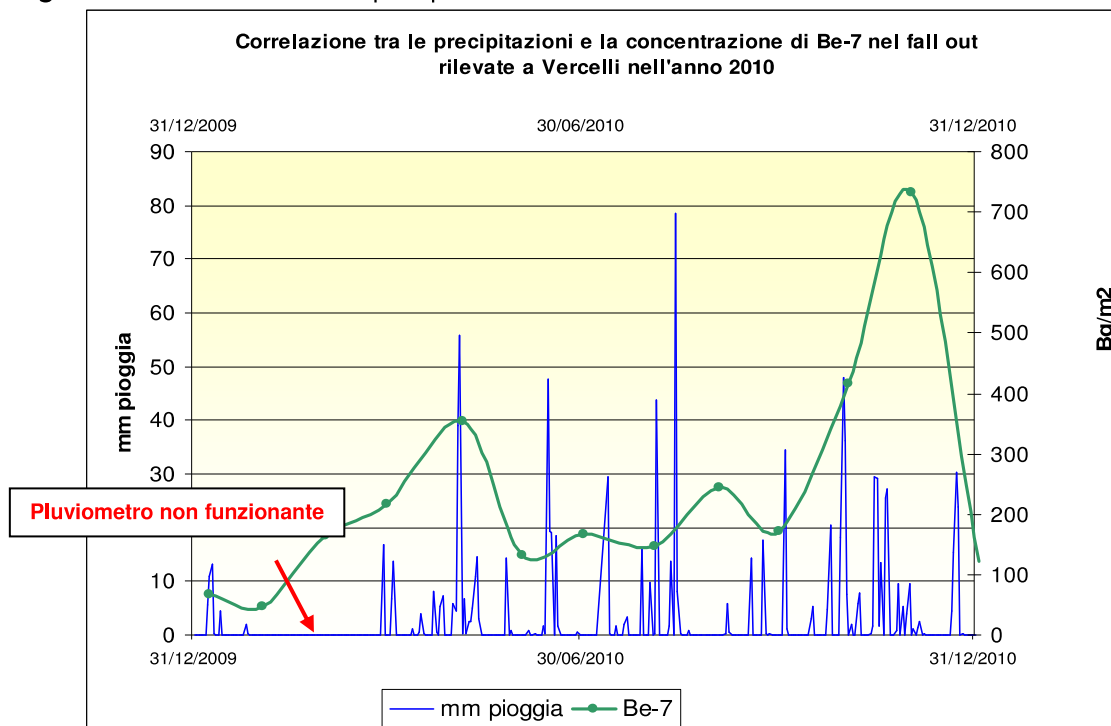
Nel *Fallout* (ricaduta al suolo) campionato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli nel corso del 2010 non è stata rilevata contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori sono riassunti in tabella 9.11 nella quale non sono riportati i valori soglia poiché

non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo. Nella figura 9.2 è rappresentato l'andamento delle precipitazioni giornaliere – rilevate presso la stazione meteo Arpa di Vercelli – e della concentrazione di Be-7 (radionuclide naturale di origine cosmica).

Tabella 9.11 Risultati delle misure sui campioni di *fallout* prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ²	I-131 Bq/m ²	Be-7 Bq/m ²
VA01	10/003543	08/01/2010	02/02/2010	< 0,245	< 2,22	46,8 ± 3,9
	10/008954	02/02/2010	03/03/2010	0,695 ± 0,169	< 9,30	164 ± 9,4
	10/012629	03/03/2010	01/04/2010	< 0,298	< 4,78	217 ± 12
	10/018002	01/04/2010	06/05/2010	< 0,242	< 5,03	354 ± 18
	10/022952	06/05/2010	03/06/2010	< 0,200	< 1,28	133 ± 7,6
	10/028591	03/06/2010	02/07/2010	< 0,241	< 1,74	167 ± 9,2
	10/036437	02/07/2010	04/08/2010	< 0,265	< 1,16	146 ± 8,1
	10/040729	04/08/2010	03/09/2010	< 0,251	< 3,22	245 ± 13
	10/045773	03/09/2010	01/10/2010	< 0,161	< 0,774	171 ± 15,2
	10/051541	01/10/2010	03/11/2010	< 0,296	< 4,18	415 ± 21
	10/058943	03/11/2010	02/12/2010	< 0,239	< 78,9	732 ± 37
11/000047	02/12/2010	03/01/2011	< 0,134	< 2,28	121 ± 11	

Figura 9.2 Correlazione tra le precipitazioni e la concentrazione di Be-7 nel *fallout* rilevate a Vercelli.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

L'impianto rilascia nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nel rispetto di precise formule di scarico assegnate in sede autorizzativa.

Arpa Piemonte, in accordo con ISPRA (già Apat) e con l'Esercente, effettua indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi il monitoraggio ambientale viene effettuato indirettamente tramite la postazione di campionamento di particolato atmosferico

(per i risultati si veda il paragrafo precedente).

In tabella 10.1 sono riassunti gli impegni delle formule di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi riportando il confronto con gli anni precedenti. Le valutazioni sono effettuate sulla base dei dati forniti da SO.G.I.N. fino all'anno 2008 e dei dati Arpa in seguito.

I controlli ambientali eseguiti (si veda il paragrafo 9 - sedimenti) hanno consentito di verificare la corretta diluizione degli scarichi nel fiume Po e non hanno evidenziato fenomeni di accumulo.

Tabella 10.1 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

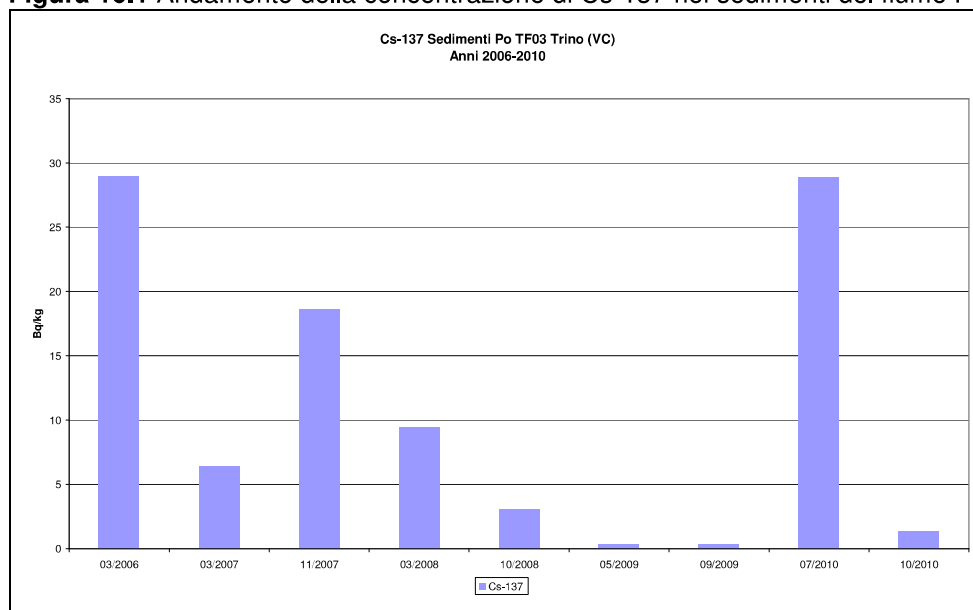
Impegno formula di scarico anno 2005	Impegno formula di scarico anno 2006	Impegno formula di scarico anno 2007	Impegno formula di scarico anno 2008	Impegno formula di scarico anno 2009	Impegno formula di scarico anno 2010
9,2% *	3,4% *	2,3% *	2,6% *	1,6% **	1,3% **

* Dati SO.G.I.N. ** Dati Arpa Piemonte

Nel grafico di figura 10.1 è riportato l'andamento nel tempo delle concentrazioni di Cs-137 nel punto TF03. Come si può osservare i valori nei campioni prelevati nel

corso degli anni evidenziano variazioni significative ma sempre nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 10.1 Andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti del fiume Po



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati ai paragrafi 9 e 10 è possibile calcolare la *dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione. Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno (pari a 1000 μ Sv/anno) per gli individui del *gruppo critico* ed in particolare risulta rispettato anche il *limite di non rilevanza radiologica* di 0,01 mSv/anno (10 μ Sv/anno). In tabella 11.1 è riportata la stima dell'*equivalente di dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione nell'anno 2010. Nel calcolo sono stati considerati i contributi dei

radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei *Limiti di Rivelabilità*.

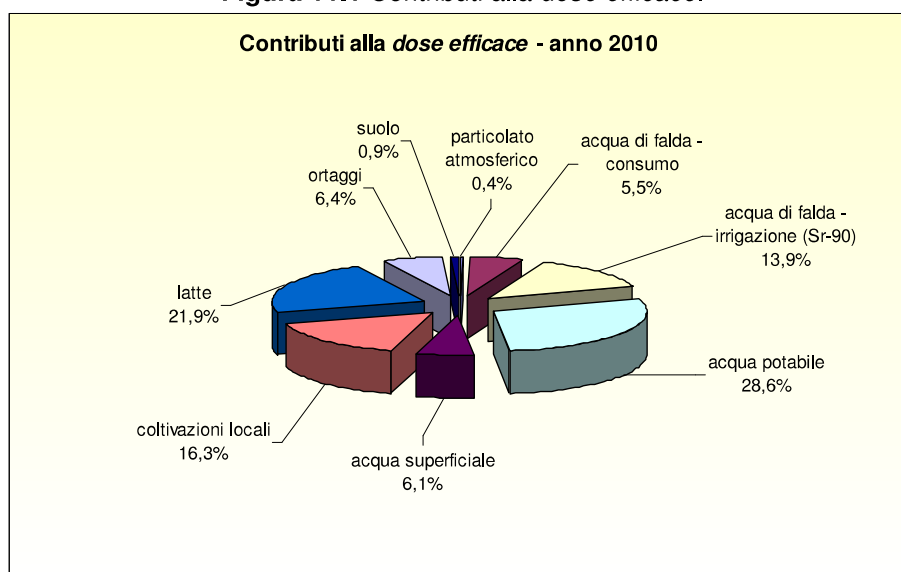
Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è trascurabile è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla *dose efficace* con un fattore di peso pari a 0,1 (ad eccezione di Sr-90 per il quale il contributo è stato considerato integralmente, data l'elevata radiotossicità).

Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo riportate al paragrafo 5.

Tabella 11.1 Stima della *dose efficace* sulla base dei risultati riportati al paragrafo 8.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua potabile	0,00103
	acqua di falda superficiale – consumo	0,00019
	acqua di falda superficiale – irrigazione (Sr-90)	0,00050
	acqua superficiale	0,00022
	coltivazioni locali	0,00058
	latte	0,00078
	ortaggi	0,00023
Irraggiamento	suolo	0,00003
Inalazione	particolato atmosferico	0,00001
Totale		0,00358
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

Figura 11.1 Contributi alla *dose efficace*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

In figura 11.1 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*, ad evidenziare che alcuni comparti ambientali – quali il particolato atmosferico ed il suolo –

forniscono un contributo trascurabile alla *dose efficace*. Si evidenzia inoltre che il maggior contributo alla *dose* è fornito dal latte.

12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi dei dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2010 permette di affermare che lo stato radiologico dell'ambiente circostante il sito di Trino è buono ed è rimasto invariato rispetto agli anni precedenti.

Il calcolo della *dose* ai *gruppi di riferimento della popolazione* della popolazione ha confermato che non è stato superato il limite

di 1 mSv/anno per gli individui del *gruppo critico*, ed in particolare il limite di non rilevanza radiologica di 10 μ Sv/anno.

Da questo quadro non emergono pertanto situazioni di criticità per l'ambiente e per la popolazione.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.M755: “Determinazione di H-3 in acqua” – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28th edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M756 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo interno;
- U.RP.M762 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 nel latte - HASL-300, 28th edition, vol II Sr-02-RC rev. 0 1997 pp. 16-17 + Eichrom Technologies, Inc. SRW01 rev. 1.4 Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas - EPA METHOD 9310 rev. 0/1986 Gross alpha and gross beta” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827: “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno;
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno;

Arpa Piemonte è accreditata ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev. 3) per i metodi U.RP.M827 “Spettrometria gamma ad alta risoluzione”, U.RP.M756 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua” e U.RP.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas”.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

ALLEGATO 2 – Glossario

Atomo	È il costituente fondamentale della materia ed è composto dal nucleo e dagli elettroni orbitali.
Attività	Numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide che si producono nell'unità di tempo; si esprime in becquerel.
Becquerel (Bq)	Unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo.
Combustibile nucleare	Materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare.
Combustibile nucleare irraggiato	Combustibile nucleare dopo l'utilizzo in un reattore nucleare.
Contaminazione radioattiva	Contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive.
Decadimento	Trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide.
Decommissioning	Insieme delle operazioni pianificate, tecniche e amministrative da effettuare su di un impianto nucleare al termine del suo esercizio al fine della sicurezza e protezione della popolazione e dell'ambiente, in funzione della destinazione finale dell'impianto e del sito.
Dose assorbita	Energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato. Si esprime in Gy.
Dose efficace	Somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti del corpo umano moltiplicate per gli appropriati fattori di ponderazione (w_T). Si esprime in Sv.
Dose efficace impegnata	Somma delle dosi equivalenti impegnate nei diversi organi e tessuti risultanti dall'introduzione di uno o più radionuclidi, ciascuna moltiplicata per il fattore di ponderazione del tessuto w_T . Si esprime in Sv.
Dose equivalente	Prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni. Si esprime in Sv.
Dose equivalente impegnata	Dose equivalente ricevuta da un organo o da un tessuto, in un determinato periodo di tempo, in seguito all'introduzione di uno o più radionuclidi. Si esprime in Sv.
Equivalente di dose	Vedere dose equivalente.
Fondo naturale di radiazioni	Insieme delle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, terrestri e cosmiche, sempre che l'esposizione che ne risulta non sia accresciuta in modo significativo da attività umane.
Formula di scarico	Insieme delle prescrizioni per l'immissione controllata di radionuclidi nell'ambiente; è diversificata per effluenti aeriformi e liquidi.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 – E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

Gray (Gy)	Unità di misura della dose assorbita; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.
Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici)	Gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione.
Limite di Rivelabilità	Rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
Notazione scientifica	$1\text{E}+01 = 1 \times 10^{+1} = 10$; $1\text{E}+00 = 1 \times 10^0 = 1$; $1\text{E}-02 = 1 \times 10^{-2} = 0,01$
Ricettività ambientale	Attività degli effluenti, sia liquidi sia aeriformi, il cui scarico provoca nel gruppo di riferimento della popolazione un prestabilito livello di dose, tale da rispettare il limite di dose pertinente.
Sievert (Sv)	Unità di misura della dose equivalente e della dose efficace; se il fattore di ponderazione della radiazione è uguale a uno, $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Sono suoi sottomultipli il milliSievert ($1 \text{ mSv} = 1\text{E}-03 \text{ Sv}$) e il microSievert ($1 \mu\text{Sv} = 1\text{E}-06 \text{ Sv}$).
Via critica	Via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it

ALLEGATO 3 - Bibliografia

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products – L.H. Staven, B.A. Napier, K. Rhoads, D.L. Streng - Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition*, 2004.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: sitinucleari@arpa.piemonte.it